

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-281643

(43)Date of publication of application : 10.10.2001

(51)Int.Cl.

G02F 1/1334

G02B 5/32

G02F 1/137

G03H 1/04

(21)Application number : 2000-100803

(71)Applicant : NEC CORP

NEW ENERGY & INDUSTRIAL
TECHNOLOGY DEVELOPMENT
ORGANIZATION

AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL

(22)Date of filing : 03.04.2000

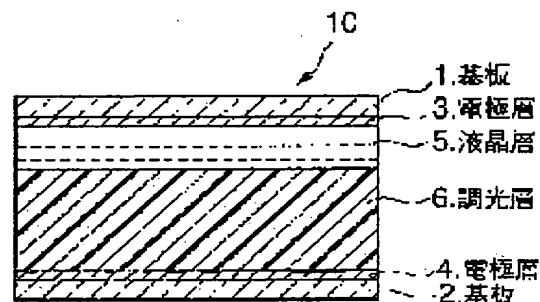
(72)inventor : GOTO TOMOHIISA
NAKADA DAISAKU
MURAI HIDEYA

(54) LIQUID CRYSTAL OPTICAL DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid crystal optical device which displays a multicolor image by one laser interference exposure processing, and to provide a method for manufacturing the device.

SOLUTION: The liquid crystal optical device 10 has a light-controlling layer 6, having a liquid crystal material dispersed in a matrix resin and a liquid crystal layer 5 present between two substrates which have specified gap. A high-definition HPDLC (holographic polymer dispersion liquid crystal), having RGB display pixels arranged, is obtained by using the liquid crystal optical device 10. By the method for manufacturing the liquid crystal optical device, all RGB pixels can be produced by using one kind of laser and one kind of HPDLC precursor solution, and thereby, the production process becomes easy.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The liquid crystal optical element characterized by the modulated light layer which the liquid crystal ingredient distributed in matrix resin, and a liquid crystal layer existing between two substrates with which the gap became settled.

[Claim 2] The liquid crystal optical element characterized by said liquid crystal layer being a continuation layer in a liquid crystal optical element according to claim 1.

[Claim 3] The liquid crystal optical element characterized by the liquid crystal ingredient distributing periodically in said modulated light layer in a liquid crystal optical element according to claim 1 or 2.

[Claim 4] The liquid crystal optical element characterized by said modulated light layer carrying out selective reflection of the light to claim 1 thru/or either of 3 in the liquid crystal optical element of a publication.

[Claim 5] The liquid crystal optical element characterized by having two or more domains where the thickness of said liquid crystal layer differs in claim 1 thru/or a liquid crystal optical element given in either of 4.

[Claim 6] Said modulated light layer is a liquid crystal optical element characterized by being constituted by two or more modulated light layers from which selective reflection wavelength differs mutually in claim 1 thru/or a liquid crystal optical element given in either of 3.

[Claim 7] The manufacture approach of the liquid crystal optical element which is the approach of manufacturing the liquid crystal optical element to which the modulated light layer which the liquid crystal ingredient distributed in matrix resin, and a liquid crystal layer exist between two substrates with which the gap became settled, and is characterized by changing selective reflection wavelength by shrinking said modulated light layer.

[Claim 8] the manufacture approach of a liquid crystal optical element according to claim 7 -- setting -- change of said selective reflection wavelength -- short wavelength -- the manufacture approach of the liquid crystal optical element characterized by being-izing.

[Claim 9] The manufacture approach of the liquid crystal optical element characterized by fixing selective reflection wavelength by an optical exposure or heat treatment in the modulated light layer which was made to contract said a part of modulated light layer [at least], and selective reflection wavelength was changed and was further contracted after manufacturing the modulated light layer which carries out selective reflection of the specific wavelength between two substrates with which the gap became settled.

[Claim 10] After manufacturing the modulated light layer which carries out selective reflection of the specific wavelength between two substrates with which the gap became settled, It is the manufacture approach of a liquid crystal optical element of shrinking said a part of modulated light layer [at least], and changing selective reflection wavelength. The manufacture approach of the liquid crystal optical element characterized by manufacturing two or more domains where optical exposure or heat treatment is performed in two or more different domains one by one in as said modulated light layer has contracted, and selective reflection wavelength differs.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the liquid crystal optical element used for the light valve with which a polarizing plate and a color filter control reflection or transparency, and cutoff of the indicating equipment which displays an alphabetic character, a graphic form, etc. in detail about the holographic macromolecule distribution liquid crystal optical element (HPDLC) of an unnecessary selective reflection mold etc., and incident light.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the liquid crystal optical element of a reflective mold with an unnecessary back light is proposed for the purpose of low-power-izing (reference called the conventional technique 1 JP,5-134266,A and the following). In the conventional technique 1, the liquid crystal device of the reflective mold which consisted of liquid crystal and a macromolecule is indicated.

Reflection/transparency of light are controlled by the liquid crystal optical element of this indication technique using interference of the light resulting from the refractive-index difference of a liquid crystal drop and polymeric materials regularly located in a line, and it is called the holographic macromolecule distribution liquid crystal device (HPDLC). The refractive index of the polymeric materials in this macromolecule distribution liquid crystal device is set up near the Tsunemitsu refractive index of a liquid crystal ingredient. In the state of no electrical-potential-difference impressing, orientation of the liquid crystal molecule in a liquid crystal drop is carried out at random, and polymeric materials and a refractive-index difference have produced it. The light of specific wavelength is alternatively reflected with the period of this refractive-index difference and a liquid crystal drop.

[0003] Moreover, if the electrical potential difference is impressed to this liquid crystal optical element, the refractive-index difference of polymeric materials and a liquid crystal drop becomes small, and selective reflection light reinforcement falls. This liquid crystal optical element has the advantage that a drive with active components, such as that the use effectiveness of light is high, and TFT (thin film transistor), MIM, is possible in order not to require a polarizing plate like the liquid crystal optical element of transparency/dispersion mold which encapsulated the liquid crystal currently indicated by JP,3-52843,B etc., and was distributed in polymeric materials. In addition, in this liquid crystal optical element, since the liquid crystal optical element from which selective reflection wavelength differs by setup of spacing of a liquid crystal drop can be manufactured, color display can realize without a color filter the pixel which carries out selective reflection of each wavelength of RGB (red, green, blue) a juxtaposition or by carrying out a laminating.

[0004] In the holographic macromolecule distribution liquid crystal indicated with the above-mentioned conventional technique 1, the method of changing the wavelength and the crossed axes angle of laser for every color of RGB is proposed as an approach of manufacturing the structure where each pixel of RGB was juxtaposed.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, it is necessary to change the wavelength and the crossed axes angle of laser for every pixel, and three laser interference exposure is needed as a result in the manufacture approach of a HPDLC component of having juxtaposed the conventional RGB. That is, although each pixel of RGB is produced separately, it is difficult to produce a detailed pixel pattern which is used for the usual LCD by this manufacture approach.

[0006] In manufacture, incidence of the laser beam is not carried out by laser interference exposure from [of a substrate] a normal in a HPDLC component, but incidence of the reason is carried out from the other

existing specific include angle. For this reason, reflection inside occurs and the part for a next picture element part is also hardened.

[0007] Moreover, it will not be completely transparent, laser light will be scattered about, and the manufactured HPDLC component will also stiffen a part for the picture element part which is not hardened [next].

[0008] Furthermore, there is also a problem that the radical of a radical polymerization moves to a longitudinal direction between each laser radiation, and the amount of hard spot spreads further. Moreover, although the HPDLC precursor ingredient corresponding to it is needed in order to use two or more laser with which wavelength differs, a complicated process is needed for arranging two or more different ingredients for every detailed display pixel within a substrate side. Thus, the structure and the manufacture approach of realizing a high definition RGB juxtaposition HPDLC component by the easy approach are not indicated.

[0009] Then, the technical technical problem of this invention is to offer the liquid crystal optical element which realizes a high definition RGB juxtaposition HPDLC component by the easy approach, and its manufacture approach.

[0010]

[Means for Solving the Problem] According to this invention, the liquid crystal optical element characterized by the modulated light layer which the liquid crystal ingredient distributed in matrix resin, and a liquid crystal layer existing between two substrates with which the gap became settled is obtained.

[0011] Moreover, according to this invention, in said liquid crystal optical element, the liquid crystal optical element characterized by said liquid crystal layer being a continuation layer is obtained.

[0012] Moreover, according to this invention, in said one of liquid crystal optical elements, the liquid crystal optical element characterized by the liquid crystal ingredient distributing periodically is obtained in said modulated light layer.

[0013] Moreover, according to this invention, in said one of liquid crystal optical elements, the liquid crystal optical element characterized by said modulated light layer carrying out selective reflection of the light is obtained.

[0014] Moreover, according to this invention, in said one of liquid crystal optical elements, the liquid crystal optical element characterized by having two or more domains where the thickness of said liquid crystal layer differs is obtained.

[0015] Moreover, according to this invention, in said one of liquid crystal optical elements, the liquid crystal optical element characterized by said modulated light layer being constituted by two or more modulated light layers from which selective reflection wavelength differs mutually is obtained.

[0016] Moreover, it is the approach of manufacturing the liquid crystal optical element to which the modulated light layer which the liquid crystal ingredient distributed in matrix resin, and a liquid crystal layer exist between two substrates with which the gap became settled according to this invention, and the manufacture approach of the liquid crystal optical element characterized by changing selective reflection wavelength is acquired by shrinking said modulated light layer.

[0017] moreover -- according to this invention -- the manufacture approach of said liquid crystal optical element -- setting -- change of said selective reflection wavelength -- short wavelength -- the manufacture approach of the liquid crystal optical element characterized by being-izing is acquired.

[0018] Moreover, after manufacturing the modulated light layer which carries out selective reflection of the specific wavelength between two substrates with which the gap became settled according to this invention, said a part of modulated light layer [at least] is shrunk, selective reflection wavelength is changed, and the manufacture approach of the liquid crystal optical element characterized by fixing selective reflection wavelength by an optical exposure or heat treatment in the modulated light layer contracted further is acquired.

[0019] Furthermore, after manufacturing the modulated light layer which carries out selective reflection of the specific wavelength between two substrates with which the gap became settled according to this invention, It is the manufacture approach of a liquid crystal optical element of shrinking said a part of modulated light layer [at least], and changing selective reflection wavelength. As said modulated light layer has contracted, optical exposure or heat treatment is performed in two or more different domains one by one, and the manufacture approach of the liquid crystal optical element characterized by manufacturing two or more domains where selective reflection wavelength differs is acquired.

[0020]

[Embodiment of the Invention] It explains in full detail, referring to the attached drawing about the gestalt of

operation of this invention hereafter.

[0021] (Gestalt of the 1st operation) Drawing 1 is the sectional view showing the outline configuration of the liquid crystal optical element by the gestalt of operation of the 1st of this invention. If drawing 1 is referred to, the electrode layers 3 and 4 are formed in the opposed face of the substrates 1 and 2 with which the gap became settled, respectively, and the modulated light layer 6 which the liquid crystal ingredient distributed [the liquid crystal layer 5 of a continuation layer] in matrix resin to the electrode layer 4 side is formed in the electrode layer 3 side between them.

[0022] Here, glass, plastics, etc. can be used as substrates 1 and 2. These substrates 1 and 2 need for at least one side to be transparent in the case of use, in order to function as an optical element.

[0023] Moreover, the optically transparent thing of substrates 1 and 2 is desirable. And the shape of a rod which changes from glass or macromolecule resin used for the usual liquid crystal device to a spacing (gap) setup of substrates 1 and 2, and a spherical spacer can be used, and the spacing has desirable 3-micrometer or more 30-micrometer or less extent.

[0024] Although it can be used for the reflective mold liquid crystal device which diffracts specific wavelength similarly and is reflected alternatively also in the gestalt of other operations described in detail later, when making it into the liquid crystal optical element of a reflective mold, as for the liquid crystal optical element 10 by the gestalt of operation of the 1st of this invention, it is still more desirable to add the light absorption layer 18. A light absorption layer can also be added to the opposite field of the substrate which formed the modulated light layer 6 as an installation of this light absorption layer, and a light absorption layer can also be directly formed on the modulated light layer 6 in which the electrode layer was formed. In this case, between a light absorption layer and the modulated light layer 6, since there is no substrate in glass etc., unnecessary reflection etc. can be controlled.

[0025] Moreover, a protective coat and a protective group plate can also be given for protection of this modulated light layer 6 and a light absorption layer. Here, if the light absorption layer consists of ingredients which absorb the light, an inorganic material or an organic material will also be available for it. Although absorption intensity or absorption wavelength can be changed into arbitration with the component property made into the purpose, a thing black generally is desirable.

[0026] On the other hand, the liquid crystal optical element 10 by the gestalt of operation of the 1st of this invention can be similarly used not only as a reflective mold but as a transparency mold also in the gestalt of other operations explained in detail later. That is, as a transparency mold, it can use as a filter which does not let specific wavelength pass.

[0027] Moreover, the usual electrode materials, such as ITO, can be used as an ingredient of the electrode layers 3 and 4. Moreover, when the substrate itself to be used has conductivity, substrates 1 and 2 can also be used also as an electrode.

[0028] Moreover, active components, such as a thin film transistor (TFT) and metal insulator metal (MIM), can also be added. Patterning of the electrode layer can also be carried out if needed.

[0029] As a liquid crystal ingredient which constitutes the liquid crystal layer 5 used in the gestalt of operation of the 1st of this invention, a nematic liquid crystal, a smectic liquid crystal, and cholesteric-liquid-crystal ***** are usable similarly in the gestalt of other operations mentioned later.

[0030] The liquid crystal ingredient which has a forward dielectric anisotropy by the configuration of the component 10 produced and the drive approach can also be used, and the liquid crystal ingredient which has a negative dielectric anisotropy can also be used.

[0031] Moreover, 2 cycle drive liquid crystal from which the sign of a dielectric anisotropy changes with frequencies can also be used. From the point of low driver voltage and a high reflection factor property, the anisotropy of a dielectric constant is large and what has the large anisotropy of a refractive index is desirable.

[0032] Moreover, in order to make the liquid crystal device 10 by the gestalt of operation of the 1st of this invention drive by active elements, such as TFT, it is desirable for the electric resistance of a liquid crystal ingredient to be large, and for charge retention to be large, and a fluorine system and the liquid crystal ingredient of high resistance of ***** can be used.

[0033] Drawing 2 is the schematic diagram showing the modulated light layer 6 of drawing 1. As shown in drawing 2, in the modulated light layer 6, the liquid crystal ingredient 8 is distributing periodically in matrix resin 9. This modulated light layer 6 consists of a holographic layer which reflects the specific wavelength of a visible ray alternatively.

[0034] Here, the modulated light layer by this invention is the configuration which the liquid crystal ingredient distributed in matrix resin. The liquid crystal ingredient distributed in matrix resin may be

connected on a network.

[0035] There is holographic macromolecule distribution liquid crystal as an example of the modulated light layer 6. In matrix resin, a liquid crystal ingredient has periodicity and is distributing so that selective reflection of the light may be carried out in holographic macromolecule distribution liquid crystal. Those periodicity can be set as arbitration with the selective reflection wavelength made into the purpose.

[0036] In addition, in the gestalt of operation of the 1st of this invention, the display pixel of the modulated light layer 6 in the liquid crystal optical element 10 shows one pixel in a common liquid crystal display, and is one of the repeat displays containing an electrode. This is the same also in the gestalt of other operations.

[0037] the matrix resin used for a modulated light layer here in this invention not only including the gestalt of operation of the 1st of this invention but the gestalt of other operations -- a matrix resin precursor -- light -- macromolecule-izing -- that is, it photopolymerizes.

[0038] As this matrix resin precursor, 2-ethylhexyl acrylate, Butyl ethyl acrylate, butoxy ethyl acrylate, 2-cyano ethyl acrylate, Benzyl acrylate, cyclohexyl acrylate, 2-hydroxypropyl acrylate, 2-ethoxyethyl acrylate, N, and N-diethylamino ethyl acrylate, N and N-dimethylamino ethyl acrylate, dicyclopentanil acrylate, Dicyclopentenylacrylate, glycidyl acrylate, tetrahydrofurfuryl acrylate, ISOBO nil acrylate, isodecyl acrylate, laurylacrylate, Morpholine acrylate, phenoxy ethyl acrylate, phenoxy diethylene-glycol acrylate, 2, 2, and 2-trifluoroethyl acrylate, 2, 2, 3 and 3, a 3-pentafluoro propylurea, Monofunctional acrylate compounds, such as 2, 2, 3, and 3-tetrafluoropropylacrylate, 2, 2, 3, 4 and 4, and 4-hexafluoro butyl acrylate, 2-ethylhexyl methacrylate, butyl ethyl methacrylate, Butoxyethylmethacrylate, 2-cyano ethyl methacrylate, Benzyl methacrylate, cyclohexyl methacrylate, 2-hydroxypropyl methacrylate, 2-ethoxyethyl acrylate, N, and N-diethylamino ethyl methacrylate, N and N-dimethylaminoethyl methacrylate, dicyclopentanil methacrylate, Dicyclopentenylmethacrylate, glycidyl methacrylate, tetrahydrofurfuryl methacrylate, ISOBO nil methacrylate, isodecyl methacrylate, lauryl methacrylate, Morpholine methacrylate, phenoxy ethyl methacrylate, phenoxy diethylene-glycol methacrylate, 2, 2, and 2-trifluoroethylmethacrylate, 2, 2 and 3, 3-tetrafluoro propyl methacrylate, Monofunctional methacrylate compounds, such as 2, 2, 3, 4, 4, and 4-hexafluoro butyl methacrylate, 4 and 4'-biphenyl diacrylate, diethylstilbestrol diacrylate, 1, 4-screw acryloyloxy benzene, 4, and 4'-screw acryloyloxy diphenyl ether, 4 and 4'-screw acryloyloxy diphenylmethane, a 3,9-screw [1 and 1-dimethyl-2-acryloyloxyethyl]-SUPIRO [2, 4, 8, and 10-tetra-] [5, 5] undecane, alpha, alpha'-screw [4-acryloyloxy phenyl]-1, 4-diisopropylbenzene, 1,4-bisacryloyloxytetrafluorobenzene, 4, and 4'-bisacryloyloxyoctafluorobiphenyl, Diethylene glycol diacrylate, 1,4-butanediol diacrylate, 1, 3-butylene-glycol diacrylate, dicyclopentanil diacrylate, Glycerol diacrylate, 1,6-hexanediol diacrylate, Neopentyl glycol diacrylate, tetraethylene glycol diacrylate, Trimethylolpropane triacrylate, pentaerythritol tetraacrylate, A pentaerythritol thoria chestnut rate, ditrimethylolpropanetetraacrylate, Dipentaerythritol hexaacrylate, dipentaerythritolmonohydroxypentaacrylate, 4 and 4'-diacryloyl oxy-stilbene, 4, and 4'-diacryloyl oxy dimethylstilbene, A 4 and 4'-diacryloyl oxy-diethyl stilbene, 4, and 4'-diacryloyl oxy-dipropyl stilbene, A 4 and 4'-diacryloyl oxy-dibutyl stilbene, 4, and 4'-diacryloyl oxy-dipentyl stilbene, A 4 and 4'-diacryloyl-oxy-dihexylstilbene, 4, and 4'-diacryloyl oxy-difluoro stilbene, 2, 2, 3, 3, 4, and 4-hexafluoro pentanediol 1, 5-diacrylate, The 1, 1, 2, 2, 3, and 3-hexafluoro propyl -1, 3-diacrylate, Polyfunctional acrylate compounds, such as urethane acrylate oligomer, diethylene-glycol dimethacrylate, 1,4-butanediol dimethacrylate, 1, 3-butylene-glycol dimethacrylate, Dicyclopentanil dimethacrylate glycerol dimethacrylate, 1, 6-hexanedioldimethacrylate, neopentyl glycol dimethacrylate, Tetraethylene glycol dimethacrylate, trimethylolpropanetrimethacrylate, Pentaerythritol tetra-methacrylate, pentaerythritol trimethacrylate, Ditrimethylolpropane tetra methacrylate, dipentaerythritol hexamethacrylate, Dipentaerythritolmonohydroxypentamethacrylate, 2, 2, 3, 3 and 4, 4-hexafluoro pentanediol 1, 5-dimethacrylate, There are polyfunctional methacrylate compounds, such as urethane methacrylate oligomer, styrene, amino styrene, vinyl acetate, etc. It is 2, 2, 3, 3, 4, and 4-hexafluoro pentanediol, using a fluorine element as a ** matrix resin precursor furthermore. 1, 5-diacrylate, The 1, 1, 2, 2, 3, and 3-hexafluoro propyl -1, 3-diacrylate, 2, 2, and 2-trifluoroethyl acrylate, 2, 2, 3 and 3, a 3-pentafluoro propylurea, 2, 2, 3, and 3-tetrafluoropropylacrylate, 2, 2, 3, 4 and 4, 4-hexafluoro butyl acrylate, 2, 2, and 2-trifluoroethylmethacrylate, 2, 2 and 3, 3-tetrafluoro propyl methacrylate, Although the compound containing 2, 2, 3, 4, 4, and 4-hexafluoro butyl methacrylate, fluorine content urethane acrylate oligomer, etc. is mentioned, it is not limited to this. Although these matrix resin precursors can also be used independently and two or more kinds can also be mixed, as for the reinforcement and stability of matrix resin after photocuring to a matrix resin precursor, it is desirable to contain at least one kind of polyfunctional compound.

[0039] On the other hand, a matrix resin precursor and matrix resin are not limited to it being isotropy

optically, but may have the optical anisotropy. That is, the precursor of matrix resin may have liquid crystallinity.

[0040] The refractive index of matrix resin and its anisotropy can be set as arbitration with the reflection of a liquid crystal optical element made into the purpose, or a transparency property. As the example, the refractive index of polymeric materials may have been set up near the liquid crystal ingredient the Tsunemitsu refractive index or near it. In order are [the polymerization by optical exposure] lifting-easy to a matrix resin precursor and to carry out it to it, it is desirable to add a photopolymerization initiator. Specifically as a photopolymerization initiator, the usual photopolymerization initiators, such as an acetophenone system, a benzoin system, a benzophenone system, and a thioxanthone system, can be used. For example, a camphor quinone, 5, a 7-iodine-3-butoxy-6-fluorene, a diethoxy acetophenone, 2-hydroxy - There is a derivative of these compounds, such as 2-methyl-1-phenyl propane-1-ON, benzoin methyl ether, benzoin ethyl ether, 4-phenylbenzo phenon, 2-chloro thioxanthone, and 2-methylthioxanthone.

[0041] Although a solid-state or a liquid is also available for this polymerization initiator, what is dissolved or dissolved into liquid crystal from the homogeneous point of a component is desirable.

[0042] 30 or less % of the weight of the precursor of matrix resin of this polymerization initiator concentration is desirable.

[0043] Moreover, the need can respond and optical initiation assistants, such as methyldiethanolamine and 4-dimethylamino benzoic acid, can also be added.

[0044] Furthermore, if the absorption excitation wavelength of a polymerization initiator does not suit the wavelength of the light source of the light used for photopolymerization, a visible light of long wavelength can be absorbed and the coloring matter sensitizer which carries out energy transfer can be added to a polymerization initiator.

[0045] As this coloring matter sensitizer, although coumarin system coloring matter, keto coumarin system coloring matter, rhodamine system coloring matter, oxazine system coloring matter, carbocyanine system coloring matter, JIKARUBO cyanogen system coloring matter, TORIKARUBO cyanogen system coloring matter, tetra-KARUBO cyanogen system coloring matter, pen TAKARUBO cyanogen system coloring matter, oxo-Norian system coloring matter, styryl system coloring matter, a xanthene dye, merocyanine system coloring matter, loader cyanine system coloring matter, porphyrin system coloring matter, an acridine dye, etc. are mentioned, there is nothing what is limited to this. if it is what a coloring matter sensitizer is excited [what] by the light and moves energy to photopolymerization initiation -- any -- not mattering .

[0046] (Gestalt of the 2nd operation) Drawing 3 is the sectional view showing the outline configuration of the liquid crystal optical element by the gestalt of operation of the 2nd of this invention. Moreover, drawing 4 is drawing with which explanation of the manufacture approach of the liquid crystal optical element by the gestalt of operation of the 2nd of this invention is presented. Drawing 5 is drawing showing the typical optical system of the laser interference exposure in the liquid crystal optical element by the gestalt of operation of the 2nd of this invention. Drawing 6 is the typical sectional view of the liquid crystal optical element which has the domain which is two from which the thickness of the liquid crystal layer in the gestalt of operation of the 2nd of this invention differs.

[0047] If drawing 3 is referred to, the liquid crystal optical element 11 has two or more domains 5a and 5b where the thickness of a liquid crystal layer differs. That is, since the gap between two substrates 1 and 2 is fixed, differing means [whose liquid crystal layer is thickness] that the thickness of the modulated light layer corresponding to the domain differs.

[0048] In the example of drawing 3 , corresponding to thick domain 5a, short wavelength reflective modulated light layer 6a with thin thickness is formed, and thick long wavelength reflective modulated light layer 6b corresponding to thin domain 5b is formed. Thus, selective reflection wavelength changes with thickness of a modulated light layer.

[0049] Although it is the liquid crystal ingredient as the liquid crystal ingredient which is the layer of continuous liquid crystal with a certain thickness, and is distributed in the modulated light layer with the same liquid crystal layer in this invention which also includes the gestalt of operation of the 2nd of this invention, and the gestalt of another operation mentioned later here, the existence location and configuration differ from each other. And a liquid crystal layer exists between a modulated light layer and a substrate. That is, a liquid crystal layer is a continuation layer with a certain thickness, and when a liquid crystal ingredient comes out from a modulated light layer by contraction of a modulated light layer, it is formed.

[0050] Therefore, immediately after manufacturing a modulated light layer by two-beam-interference exposure of laser, although this liquid crystal layer is hard to be formed, it may be formed. In addition,

selective reflection wavelength of a modulated light layer is short-wavelength-ized by contraction of a modulated light layer.

[0051] In addition, in this invention, two or more domains where the thickness of a liquid crystal layer differs show that two or more modulated light layers from which thickness differs exist between two substrates with which the gap became settled.

[0052] As shown in drawing 4, light laser can be used as a beam of light used for photopolymerization of the precursor of the matrix resin which forms the modulated light layer by the gestalt of operation of the 2nd of this invention. In order to arrange polymeric materials in the shape of a grid in a modulated light layer especially, as shown in the signs 21 and 22 of drawing 4, 2 flux-of-light laser interference exposure performs photopolymerization. At this time, selective reflection wavelength uses the laser light source of different wavelength which can be set as arbitration by adjustment of laser wavelength and a crossover include angle. Here, as the laser light source, gas laser, various kinds of semiconductor laser, etc., such as an Ar ion laser, can be used.

[0053] Drawing 5 is drawing showing the outline configuration of an example of a laser interference aligner. As shown in drawing 5, it reflects by mirrors 26 and 27 and the laser interference aligner 20 carries out incidence of the laser light source 23 which emits a laser beam 24, the beam splitter 25 which divides the emitted laser light into a 2-way, the laser beam penetrated by the beam splitter 25, and the laser beam separated by reflecting into a liquid crystal cell 28 from the 2-way of front flesh-side both sides, respectively.

[0054] For example, in the laser interference aligner 20 shown in drawing 5, an Ar ion laser with a wavelength of 488nm is used as the laser light source 23, and if incidence of the 2 flux of lights is carried out at the crossover include angle of 90 degrees and the modulated light layer of a liquid crystal optical element is manufactured, the property which shows about 530nm selective reflection at the time of electrical-potential-difference impression will be acquired.

[0055] Optical screens, such as a photo mask, can be used at the time of laser radiation, and the pattern of arbitration can also be formed at it. In addition, in order to produce, two periodic structures, i.e., the diffraction grating, from which liquid crystal drop spacing differs in one modulated light layer, the 2 or more-flux of light laser flux of light may be used. At this time, the 4 flux of lights can be irradiated at coincidence using two laser with which wavelength differs, and electric field or a magnetic field can also be impressed to the precursor of a modulated light layer at the time of laser radiation.

[0056] As shown in drawing 6, in the liquid crystal optical element 12 which has the domain which is two from which the thickness of a liquid crystal layer differs, the gap between two substrates 1 and 2 is fixed, and the thickness of the liquid crystal layer to which it exists in the space between a modulated light layer and one substrate that the thickness of the modulated light layers 6a and 6b differs also differs.

[0057] At this time, a liquid crystal layer needs to exist in no domains, and some [at least] domains should just consist of a liquid crystal layer and a modulated light layer.

[0058] For example, when the display consists of two domains and displays a two color, as for one domain, only the modulated light layer may exist between substrates.

[0059] At this time, the thickness of a modulated light layer becomes thin, namely, the selective reflection wavelength of a modulated light layer turns into short wavelength as the thickness of a liquid crystal layer becomes thick. In the example of drawing 6, the light absorption layer 18 which is the features of the liquid crystal optical element of a reflective mold is formed in the front face of a substrate 2.

[0060] In addition, the domain in this invention shows one of having been divided into three, when a part of display of a liquid crystal optical element is shown, for example, space division of the 1 pixel is carried out to three of RBG(s) like the usual liquid crystal display.

[0061] Although the liquid crystal optical element of this invention can be adapted not only for monolayer structure but the laminated structure which juxtaposed two or more domains where selective reflection wavelength differs and there is no limit in the number of laminatings, when using as a liquid crystal optical element of a color reflective mold, by carrying out the laminating of the three layers, a red-reflex layer, a green reflecting layer, and a blue reflecting layer, a full color display is especially attained and it is effective. When carrying out the laminating of the three layers, a red-reflex layer, a green reflecting layer, and a blue reflecting layer, the sequence of a laminating, the thickness of each class, etc. can be chosen as arbitration.

[0062] Selective reflection wavelength short-wavelength-izes the modulated light layer in the liquid crystal optical element of this invention by contraction. Although there is an optical exposure or heat treatment and ultraviolet rays, a visible ray, an electron ray, etc. can be used as a light as an approach of stopping this short wavelength-ization, especially UV irradiation is desirable. The usual photo mask can be used for the optical

exposure for stopping this short wavelength-ization, and it is possible in the domain of arbitration to carry out an optical exposure.

[0063] Depending on the adhesive property of the liquid crystal ingredient with which contraction and the contraction rate of a modulated light layer form a modulated light layer, the ingredient physical properties of matrix resin and a liquid crystal ingredient, the mixed ratio of matrix resin, polymerization initiator concentration, the rate of hardening after two-beam-interference exposure of laser and a modulated light layer, and a substrate etc., these conditions can be set as arbitration according to the reflection property of a component. As one approach of promoting contraction and a contraction rate, there is the approach of making small adhesion work with the matrix material of the electrode layer of one [at least] substrate and a modulated light layer. At this time, adhesion work has 85 or less desirable mN/m. In addition, in order to control adhesion work, an electrode layer front face may be coated with other ingredients.

[0064] The manufacture approach of the liquid crystal optical element by the gestalt of operation of the 2nd of this invention is as follows. In addition, each ingredient can use the quoted thing and the same thing in the gestalt of the 1st operation.

[0065] First, as shown in drawing 3 , a liquid crystal ingredient, a matrix resin precursor, and the mixed solution (HPDLC precursor solution) of a polymerization initiator are injected into a liquid crystal cell between two the electrode layers 3 and the transparence substrates 1 with four with which the gap became settled, and 2.

[0066] Next, as shown in drawing 4 , after manufacturing the modulated light layer which performs two-beam-interference exposure of laser using the equipment of drawing 5 , and carries out selective reflection of the specific wavelength, ultraviolet rays etc. are irradiated at the modulated light layer which contracts and is changing selective reflection wavelength, and selective reflection wavelength is fixed.

[0067] Furthermore, like drawing 6 , as the manufacture approach of the domain of two or more colors that selective reflection differs, as the modulated light layer has contracted, the sequential exposure of the ultraviolet rays etc. is carried out in two or more different domains. By contraction, this modulated light layer short-wavelength-izes selective reflection wavelength.

[0068] (Gestalt of the 3rd operation) Drawing 7 is a typical plan of a liquid crystal optical element which has the display domain of two in [the gestalt of operation of the 3rd of this invention]. Drawing 8 is drawing showing the typical UV irradiation approach concerning the manufacture approach in the liquid crystal optical element by the gestalt of operation of the 3rd of this invention. Drawing 9 is the typical sectional view of the liquid crystal optical element by the gestalt of operation of the 3rd of this invention. Drawing 10 is the typical UV irradiation approach concerning the manufacture approach in the liquid crystal optical element by the gestalt of operation of the 3rd of this invention. Drawing 11 is the typical sectional view of the liquid crystal optical element by the gestalt of operation of the 3rd of this invention.

[0069] With reference to drawing 7 thru/or drawing 11 , an example of the manufacture approach of a liquid crystal optical element which juxtaposed two domains, a green reflective domain and a blue reflective domain, in the gestalt of operation of the 3rd of this invention is shown.

[0070] First, as shown in drawing 8 , a liquid crystal ingredient, a matrix resin precursor, and the mixed solution (HPDLC precursor solution) of a polymerization initiator are injected into a liquid crystal cell between two the electrode layers 3 and the transparence substrates 1 with four with which the gap became settled, and 2. What was illustrated in the gestalt of the 1st and the 2nd operation, and the same thing can be used for this liquid crystal ingredient, a matrix resin precursor, and the mixed solution of a polymerization initiator.

[0071] Next, two-beam-interference exposure of laser is performed all over a display like what is shown in drawing 4 using the equipment of drawing 5 .

[0072] Next, as shown in drawing 8 , ultraviolet rays 51 are irradiated at a part of display using a photo mask 52.

[0073] Next, as shown in drawing 9 , the modulated light layer of an ultraviolet-rays a non-irradiated part is shrunk, and the laminating of modulated light layer 7c and liquid crystal layer 5c is formed.

[0074] Furthermore, as shown in drawing 10 , when the selective reflection wavelength of a modulated light layer short-wavelength-izes and serves as any value, the liquid crystal optical element which juxtaposed two modulated light layer 7b from which the selective reflection color which irradiates the remaining part and shows ultraviolet rays 53 to it through a photo mask 54 at drawing 11 differs, and 7c' is manufactured. In addition, since the modulated light layer which reflects short wavelength by saturation of contraction can be manufactured, there is not necessarily no need of irradiating ultraviolet rays in a short wavelength reflective modulated light layer (domain).

[0075] (Gestalt of the 4th operation) Next, the manufacture approach of a liquid crystal optical element of having the pixel of the (Red R), green (G), and blue by the gestalt of operation of the 4th of this invention (B) is explained with reference to drawing 12 thru/or drawing 14 .

[0076] Drawing 12 is drawing showing the typical UV irradiation approach concerning the manufacture approach in the liquid crystal optical element of this invention. Moreover, drawing 13 is a typical sectional view concerning the manufacture approach in the liquid crystal optical element by the gestalt of operation of the 4th of this invention. Moreover, drawing 14 is drawing showing the typical UV irradiation approach concerning the manufacture approach in the liquid crystal optical element by the gestalt of operation of the 4th of this invention. Moreover, drawing 15 is a typical sectional view concerning the manufacture approach in the liquid crystal optical element by the gestalt of operation of the 4th of this invention. Moreover, drawing 16 is drawing showing the typical UV irradiation approach concerning the manufacture approach in the liquid crystal optical element by the gestalt of operation of the 4th of this invention. Furthermore, drawing 17 is the typical plan of a having-display domain of three in [this invention] liquid crystal optical element.

[0077] With reference to drawing 12 , red-reflex modulated light layer 7a is first manufactured between two substrates with which the gap became settled. Next, ultraviolet rays are irradiated into the part of a photo mask 57 at the domain part for a red display, contraction is stopped, and selective reflection wavelength is made to fix, as shown in drawing 12 .

[0078] Next, as shown in drawing 13 , modulated light layers other than the domain for a red display are shrunk, liquid crystal layer 5c and green reflective modulated light layer 7b are formed, and selective reflection wavelength is made green.

[0079] Next, as shown in drawing 14 , through a photo mask 59, ultraviolet rays 58 are irradiated in the domain for a green display, and selective reflection wavelength is fixed.

[0080] Next, as shown in drawing 15 , modulated light layers other than the domain for red and a green display are shrunk, the two-layer structure of blue reflective modulated light layer 7c and liquid crystal layer 5c is formed, and selective reflection wavelength is made blue.

[0081] Finally, as shown in drawing 16 , irradiate ultraviolet rays 61 in the domain for a blue display, selective reflection wavelength is made to fix, and the liquid crystal optical element equipped with the red-reflex domain 33 shown in drawing 17 , the green reflective domain 31, and the blue reflective domain 32 is obtained. In addition, if it becomes the modulated light layer which reflects blue by saturation of contraction, there will not necessarily be no need of irradiating the ultraviolet rays 61 as shown in the domain for a blue display at drawing 16 .

[0082] Next, the concrete example of manufacture of the liquid crystal optical element in the gestalt of operation of this invention is explained.

[0083] (Example 1) The empty cel was produced by making a 5-micrometer glass rod into a spacer using two glass substrates which have an ITO electrode. It pours into the empty cel which produced the mixed solution of the nematic liquid crystal BL36 (Merck Co. make) 0.3 section of a forward dielectric constant anisotropy, the matrix resin precursor Lux truck LCR208 (Toagosei make) 0.69 section, the photopolymerization initiator camphor quinone 0.005 section, and the photopolymerization initiation assistant diethanolamine 0.005 section, and two-beam-interference exposure of the argon laser with a wavelength of 488nm is carried out under a room temperature at this liquid crystal cell, and photo-curing is performed. The crossover include angle of laser was made into 90 degrees. It is the manufactured liquid crystal optical element at the electrical-potential-difference time of not impressing, and it showed the green selective reflection condition. This selective reflection wavelength was short-wavelength-ized with time, was blue and was saturated. When the electrical potential difference (square wave of 100Hz and 100V) was impressed to this blue component, blue selective reflection wavelength disappeared.

[0084] (Example 2) The empty cel was produced by making a 5-micrometer glass rod into a spacer using two glass substrates which have an ITO electrode. It pours into the empty cel which produced the mixed solution of the nematic liquid crystal E8 (Merck Co. make) 0.3 section of a forward dielectric constant anisotropy, the matrix resin precursor Lux truck LCR208 (Toagosei make) 0.69 section, the photopolymerization initiator camphor quinone 0.005 section, and the photopolymerization initiation assistant diethanolamine 0.005 section, and two-beam-interference exposure of the argon laser with a wavelength of 488nm is carried out under a room temperature at this liquid crystal cell, and photo-curing is performed. The crossover include angle of laser was made into 90 degrees. It is the manufactured liquid crystal optical element at the electrical-potential-difference time of not impressing, and it showed the green selective reflection condition. After carrying out the mask of a part of this green reflective part, the

ultraviolet rays of 365nm and on-the-strength 10 mW/cm² were irradiated. The part which irradiated these ultraviolet rays did not have aging of selective reflection light wave length. Selective reflection wavelength of the part which carried out the mask was short-wavelength-ized with time, was blue and was saturated. The green reflective domain and the blue reflective domain were formed in the display as a result.

[0085] (Example 3) The empty cel was produced by making a 5-micrometer glass rod into a spacer using two glass substrates which have an ITO electrode. It pours into the empty cel which produced the mixed solution of the nematic liquid crystal BL36 (Merck Co. make) 0.3 section of a forward dielectric constant anisotropy, the matrix resin precursor Lux truck LCR208 (Toagosei make) 0.69 section, the polymerization initiator BTTB0.005 section, and the photosensitization coloring matter 0.005 section, and two-beam-interference exposure of the semiconductor laser with a wavelength of 532nm is carried out under a room temperature at this liquid crystal cell, and photo-curing is performed. The crossover include angle of laser was made into 60 degrees. It is the manufactured liquid crystal optical element at the electrical-potential-difference time of not impressing, and it showed the red selective reflection condition. After carrying out the mask of a part of this green reflective part, the ultraviolet rays of the wavelength of 365nm and on-the-strength 10 mW/cm² were irradiated. In the part which irradiated these ultraviolet rays, there was no aging of selective reflection light wave length. Selective reflection wavelength of the part which carried out the mask was short-wavelength-ized with time, and became green. After carrying out the mask of this green part, the ultraviolet rays of 2 were irradiated the wavelength of 365nm, and the reinforcement of 10mW/cm. In the part which irradiated ultraviolet rays, there was no aging of selective reflection light wave length. Selective reflection wavelength of the ultraviolet-rays the non-irradiated section was short-wavelength-ized with time, was blue and was saturated. The red-reflex domain, the green reflective domain, and the blue reflective domain were formed in the display as a result.

[0086] In addition, it is clear that this invention's it is not limited to the above-mentioned example, but may be suitably decided within the limits of the technical thought of this invention.

[0087]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the liquid crystal optical element and its manufacture approach of this invention, the HPDLC component of a high definition RGB display pixel juxtaposition mold is realizable.

[0088] Moreover, according to the manufacture approach of the liquid crystal optical element of this invention, since all the RGB is producible with one kind of laser, and one kind of HPDLC precursor solution, a production process becomes simple.

[0089] Furthermore, in the manufacture approach of this invention, since selective reflection wavelength can be chosen as arbitration, adjustment of a color-balance is easy.

[Translation done.]

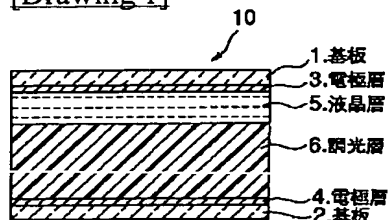
* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

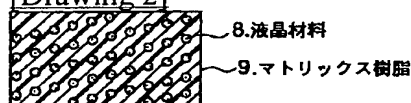
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

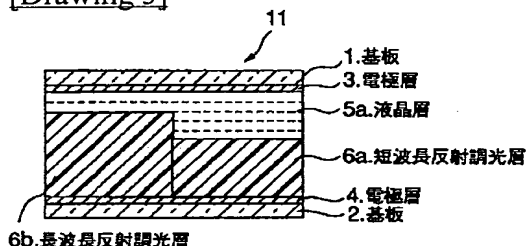
[Drawing 1]



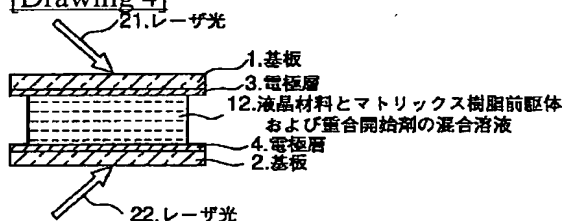
[Drawing 2]



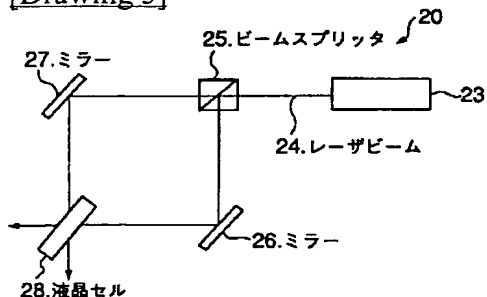
[Drawing 3]



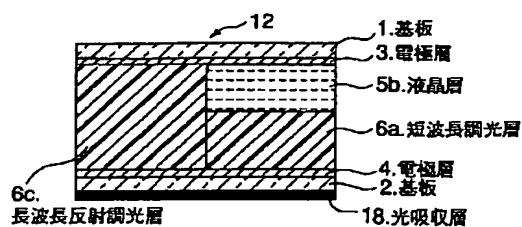
[Drawing 4]



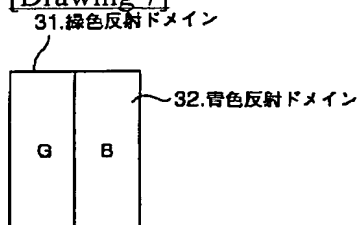
[Drawing 5]



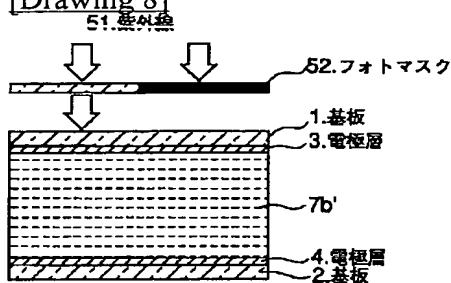
[Drawing 6]



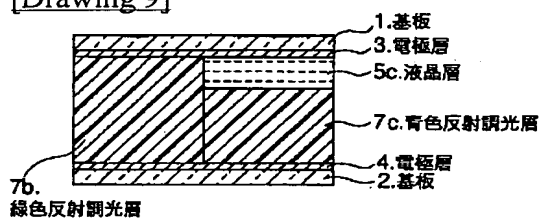
[Drawing 7]



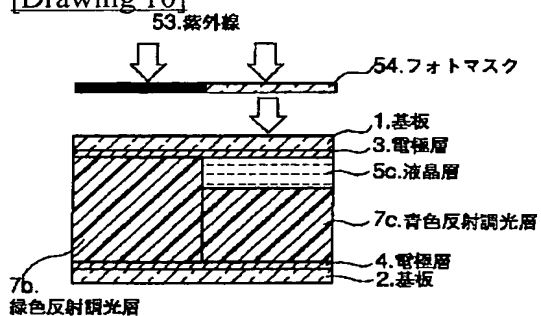
[Drawing 8]



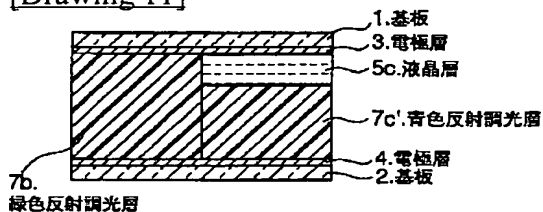
[Drawing 9]



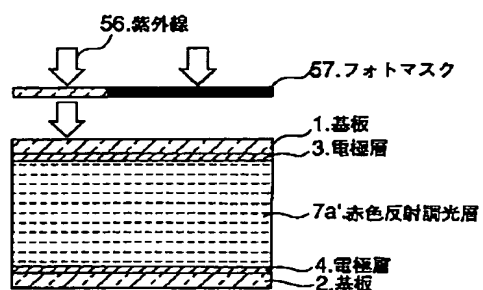
[Drawing 10]



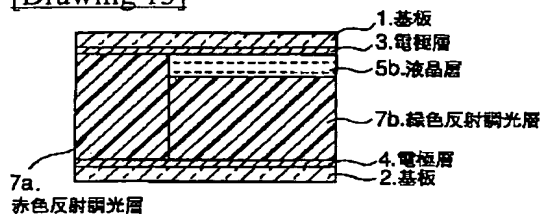
[Drawing 11]



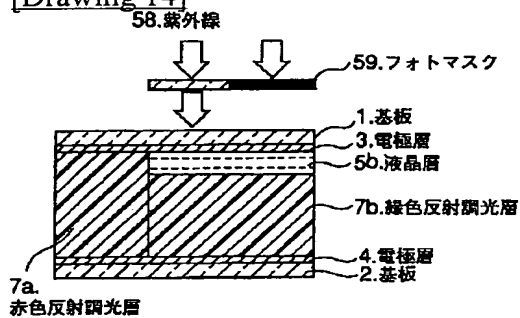
[Drawing 12]



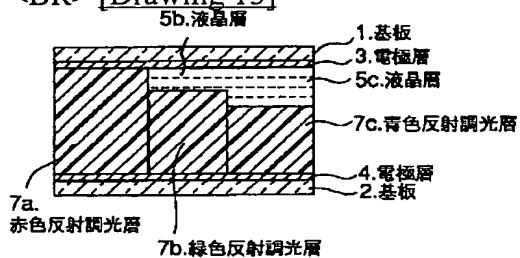
[Drawing 13]



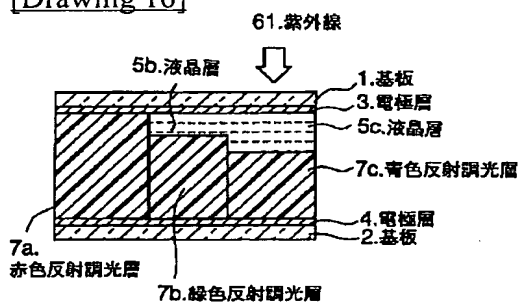
[Drawing 14]



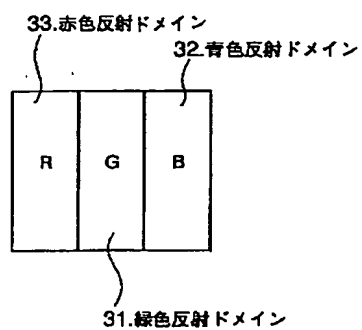
 [Drawing 15]



[Drawing 16]



[Drawing 17]



[Translation done.]

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-281643

(43)Date of publication of application : 10.10.2001

(51)Int.Cl.

G02F 1/1334
G02B 5/32
G02F 1/137
G03H 1/04

(21)Application number : 2000-100803

(71)Applicant : NEC CORP
NEW ENERGY & INDUSTRIAL TECHNOLOGY
DEVELOPMENT ORGANIZATION
AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL

(22)Date of filing : 03.04.2000

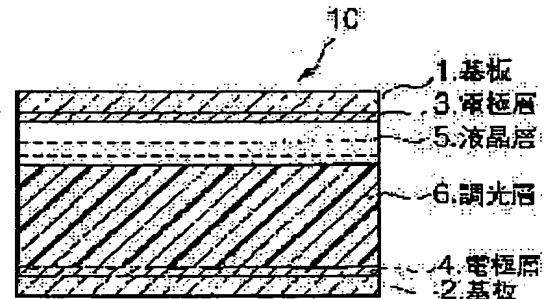
(72)Inventor : GOTO TOMOHISA
NAKADA DAISAKU
MURAI HIDEYA

(54) LIQUID CRYSTAL OPTICAL DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid crystal optical device which displays a multicolor image by one laser interference exposure processing, and to provide a method for manufacturing the device.

SOLUTION: The liquid crystal optical device 10 has a light-controlling layer 6, having a liquid crystal material dispersed in a matrix resin and a liquid crystal layer 5 present between two substrates which have specified gap. A high-definition HPDLC(holographic polymer dispersion liquid crystal), having RGB display pixels arranged, is obtained by using the liquid crystal optical device 10. By the method for manufacturing the liquid crystal optical device, all RGB pixels can be produced by using one kind of laser and one kind of HPDLC precursor solution, and thereby, the production process becomes easy.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-281643

(P2001-281643A)

(43) 公開日 平成13年10月10日 (2001. 10. 10)

(51) Int.Cl. ¹	識別記号	F I	テ-マコード (参考)
G 0 2 F 1/1334		G 0 2 F 1/1334	2 H 0 4 9
G 0 2 B 5/32		G 0 2 B 5/32	2 H 0 8 8
G 0 2 F 1/137		G 0 2 F 1/137	2 H 0 8 9
G 0 3 H 1/04		G 0 3 H 1/04	2 K 0 0 8
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 11 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-100803(P2000-100803)

(22) 出願日 平成12年4月3日 (2000. 4. 3)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(71) 出願人 591045482

新エネルギー・産業技術総合開発機構

東京都豊島区東池袋3丁目1番1号

(71) 出願人 000001144

工業技術院長

東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

(74) 代理人 100071272

弁理士 後藤 洋介 (外1名)

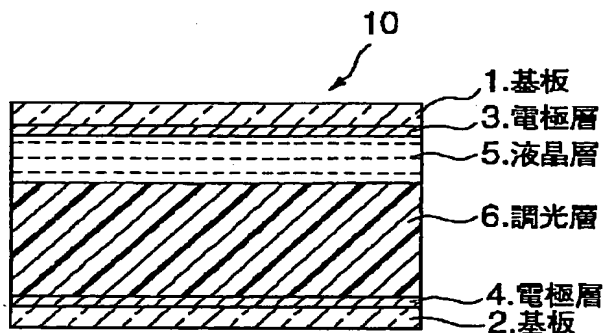
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶光学素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 一度のレーザー干渉露光で多色を表示する液晶光学素子およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 ギャップの定まった2枚の基板間に液晶材料がマトリックス樹脂中に分散した調光層6と液晶層5が存在する液晶光学素子10である。この液晶光学素子10は高精細なRGB表示画素並置型のHPDLC素子を実現する。また、この液晶光学素子の製造方法によれば、一種類のレーザーと一種類のHPDLC前駆体溶液でRGBの全てが作製できるため、製造工程が簡便となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ギャップの定まった2枚の基板間に液晶材料がマトリックス樹脂中に分散した調光層と液晶層が存在することを特徴とする液晶光学素子。

【請求項2】 請求項1記載の液晶光学素子において、前記液晶層が連続層であることを特徴とする液晶光学素子。

【請求項3】 請求項1又は2記載の液晶光学素子において、前記調光層では、液晶材料が周期的に分散していることを特徴とする液晶光学素子。

【請求項4】 請求項1乃至3の内のいずれかに記載の液晶光学素子において、前記調光層が可視光を選択反射することを特徴とする液晶光学素子。

【請求項5】 請求項1乃至4の内のいずれかに記載の液晶光学素子において、前記液晶層の厚みが異なる2つ以上のドメインを有することを特徴とする液晶光学素子。

【請求項6】 請求項1乃至3の内のいずれかに記載の液晶光学素子において、前記調光層は、互いに選択反射波長が異なる2つ以上の調光層によって構成されていることを特徴とする液晶光学素子。

【請求項7】 ギャップの定まった2枚の基板間に液晶材料がマトリックス樹脂中に分散した調光層と液晶層が存在する液晶光学素子を製造する方法であって、前記調光層を収縮させることによって、選択反射波長を変化させることを特徴とする液晶光学素子の製造方法。

【請求項8】 請求項7記載の液晶光学素子の製造方法において、前記選択反射波長の変化は短波長化であることを特徴とする液晶光学素子の製造方法。

【請求項9】 ギャップの定まった2枚の基板間に特定の波長を選択反射する調光層を製造した後、前記調光層の少なくとも一部を収縮させて選択反射波長を変化させ、さらに収縮した調光層に照射または熱処理により選択反射波長を固定化することを特徴とする液晶光学素子の製造方法。

【請求項10】 ギャップの定まった2枚の基板間に特定の波長を選択反射する調光層を製造した後、前記調光層の少なくとも一部を収縮させて選択反射波長を変化させる液晶光学素子の製造方法であって、前記調光層が収縮している途中で2つ以上の異なるドメインに照射または熱処理を順次行い、選択反射波長の異なる2つ以上のドメインを製造することを特徴とする液晶光学素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、偏光板、カラーフィルターが不要な選択反射型のホログラフィック高分子分散液晶光学素子（HPDLC）等に関し、詳しくは、文字、図形等を表示する表示装置、入射光の反射または透過と遮断を制御するライトバルブ等に利用される液晶

光学素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、低消費電力化を目標にバックライトが不要な反射型の液晶光学素子が提案されている（特開平5-134266号公報、以下、従来技術1と呼ぶ、参照）。従来技術1において、液晶と高分子から構成された反射型の液晶素子が開示されている。この開示技術の液晶光学素子では、規則的に並んだ液晶滴と高分子材料の屈折率差に起因する光の干渉を利用して光の反射/透過を制御しており、ホログラフィック高分子分散液晶素子（HPDLC）と呼ばれている。この高分子分散液晶素子中の高分子材料の屈折率は、液晶材料の常光屈折率近傍に設定されている。電圧無印加状態では、液晶滴中の液晶分子はランダムに配向しており、高分子材料と屈折率差が生じている。この屈折率差と液晶滴の周期により特定の波長の光が選択的に反射される。

【0003】 また、この液晶光学素子に電圧を印加していくと、高分子材料と液晶滴との屈折率差が小さくなり、選択反射光強度が低下していく。この液晶光学素子は、特公平3-52843号公報等で開示されている液晶をカプセル化し高分子材料中に分散した透過/散乱型の液晶光学素子と同様に偏光板を要しないため光の利用効率が高いということ、TFT（薄膜トランジスタ）、MIM等のアクティブ素子での駆動が可能であるという利点を有している。なお、この液晶光学素子では、液晶滴の間隔の設定により選択反射波長が異なる液晶光学素子が製造できるため、RGB（赤、緑、青）の各波長を選択反射する画素を並置あるいは積層することによりカラー表示がカラーフィルター無しで実現できる。

【0004】 上記従来技術1で開示されたホログラフィック高分子分散液晶においては、RGBの各画素が並置された構造を製造する方法として、RGBの各色ごとにレーザーの波長や交差角を変える方法が提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 前述したように、従来のRGBを並置したHPDLC素子の製造方法においては、各画素ごとにレーザーの波長や交差角を変える必要があり、結果として3回のレーザー干渉露光が必要となる。即ち、RGBの各画素を別々に作製していくわけであるが、この製造方法では、通常のLCDに利用されるような微細な画素パターンを作製することは困難である。

【0006】 その理由は、レーザー干渉露光によりHPDLC素子を製造において、レーザー光線は基板の法線方向から入射されず、それ以外のある特定の角度から入射される。このため、内部での反射が発生し隣の画素部分も硬化する。

【0007】 また、製造されたHPDLC素子は完全に透明ではなく、レーザー光が散乱して隣りの未硬化の画

素部分も硬化させてしまう。

【0008】さらに、各レーザー照射の間にラジカル重合のラジカルが横方向に移動して硬化部分がさらに広がるという問題もある。また、波長の異なる複数のレーザーを使用するには、それに対応したHPDLC前駆体材料を必要とするが、2つ以上の異なる材料を基板面内の微細な各表示画素ごとに配置するには複雑なプロセスが必要となる。このように、高精細なRGB並置HPDLC素子を簡単な方法で実現する構造および製造方法は開示されていない。

【0009】そこで、本発明の技術的課題は、高精細なRGB並置HPDLC素子を簡単な方法で実現する液晶光学素子およびその製造方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、ギャップの定まった2枚の基板間に液晶材料がマトリックス樹脂中に分散した調光層と液晶層が存在することを特徴とする液晶光学素子が得られる。

【0011】また、本発明によれば、前記液晶光学素子において、前記液晶層が連続層であることを特徴とする液晶光学素子が得られる。

【0012】また、本発明によれば、前記いずれかの液晶光学素子において、前記調光層では、液晶材料が周期的に分散していることを特徴とする液晶光学素子が得られる。

【0013】また、本発明によれば、前記いずれかの液晶光学素子において、前記調光層が可視光を選択反射することを特徴とする液晶光学素子が得られる。

【0014】また、本発明によれば、前記いずれかの液晶光学素子において、前記液晶層の厚みが異なる2つ以上のドメインを有することを特徴とする液晶光学素子が得られる。

【0015】また、本発明によれば、前記いずれかの液晶光学素子において、前記調光層は、互いに選択反射波長が異なる2つ以上の調光層によって構成されていることを特徴とする液晶光学素子が得られる。

【0016】また、本発明によれば、ギャップの定まった2枚の基板間に液晶材料がマトリックス樹脂中に分散した調光層と液晶層が存在する液晶光学素子を製造する方法であって、前記調光層を収縮させることによって、選択反射波長を変化させることを特徴とする液晶光学素子の製造方法が得られる。

【0017】また、本発明によれば、前記液晶光学素子の製造方法において、前記選択反射波長の変化は短波長化であることを特徴とする液晶光学素子の製造方法が得られる。

【0018】また、本発明によれば、ギャップの定まった2枚の基板間に特定の波長を選択反射する調光層を製造した後、前記調光層の少なくとも一部を収縮させて選択反射波長を変化させ、さらに収縮した調光層に光照射

または熱処理により選択反射波長を固定化することの特徴とする液晶光学素子の製造方法が得られる。

【0019】さらに、本発明によれば、ギャップの定まった2枚の基板間に特定の波長を選択反射する調光層を製造した後、前記調光層の少なくとも一部を収縮させて選択反射波長を変化させる液晶光学素子の製造方法であって、前記調光層が収縮している途中で2つ以上の異なるドメインに光照射または熱処理を順次行い、選択反射波長の異なる2つ以上のドメインを製造することを特徴とする液晶光学素子の製造方法が得られる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、添付した図面を参照しながら詳述する。

【0021】(第1の実施の形態)図1は本発明の第1の実施の形態による液晶光学素子の概略構成を示す断面図である。図1を参照すると、ギャップの定まった基板1、2の対向面に電極層3、4が夫々形成され、それらの間の電極層3側には連続層の液晶層5が、電極層4側には、液晶材料がマトリックス樹脂中に分散した調光層6が形成されている。

【0022】ここで、基板1、2としては、ガラス、プラスチック等が使用できる。この基板1、2は光学素子として機能するために、使用の際には少なくとも一方が透明であることが必要である。

【0023】また、基板1、2は、光学的に透明であることが望ましい。そして、基板1、2の間隔(ギャップ)設定には、通常の液晶素子に用いられるガラスまたは高分子樹脂等から成るロッド状、球状のスペーサーを使用することができ、その間隔は3μm以上30μm以下程度が望ましい。

【0024】本発明の第1の実施の形態による液晶光学素子10は、後に詳しく述べる他の実施の形態においても同様に、特定の波長を回折し選択的に反射する反射型液晶素子に利用できるが、反射型の液晶光学素子とする場合は、更に、光吸収層18を付加することが望ましい。この光吸収層の設置場所としては調光層6を形成した基板の反対の面に光吸収層を付加することもできるし、電極層を形成した調光層6の上に光吸収層を直接形成することもできる。この場合、光吸収層と調光層6の間にガラス等に基板が無いため、不要な反射等を抑制できる。

【0025】また、この調光層6と光吸収層の保護のために、保護膜や保護基板を付与することもできる。ここで、光吸収層は可視光を吸収する材料で構成されていれば無機材料でも有機材料でも構わない。吸収強度または吸収波長は目的とする素子特性により任意に変更できるが、一般に黒色であることが望ましい。

【0026】一方、本発明の第1の実施の形態による液晶光学素子10は、後に詳しく説明する他の実施の形態においても同様に、反射型のみならず透過型としても用

いることができる。すなわち、透過型としては、特定の波長を通さないフィルターとして利用できる。

【0027】また、電極層3、4の材料としては、ITO等の通常の電極材料が利用できる。また、使用する基板自身が導電性を有している場合は、基板1、2を電極としても利用することもできる。

【0028】また、薄膜トランジスタ(TFT)、メタルインシュレーターメタル(MIM)等のアクティブ素子を付加することもできる。必要に応じ電極層をパターンニングすることもできる。

【0029】本発明の第1の実施の形態において使用する液晶層5を構成する液晶材料としては、後述する他の実施の形態においても同様に、ネマチック液晶、スメクチック液晶、コレステリック液晶等などが使用可能である。

【0030】作製される素子10の構成、駆動方法により正の誘電異方性を有する液晶材料を利用することもできるし、負の誘電異方性を有する液晶材料を利用することもできる。

【0031】また、周波数により誘電異方性の符号が変化する2周波駆動液晶も利用できる。低駆動電圧および高反射率特性の点からは、誘電率の異方性が大きく、屈折率の異方性が大きいものが望ましい。

【0032】また、本発明の第1の実施の形態による液晶素子10をTFT等の能動素子で駆動させるためには、液晶材料の電気抵抗が大きく、電荷保持率の大きいことが望ましく、フッ素系、塩素系等の高抵抗の液晶材料が利用できる。

【0033】図2は図1の調光層6を示す概略図である。図2に示すように、調光層6において、液晶材料8がマトリックス樹脂9中に周期的に分散しているものである。この調光層6は、可視光線の特定の波長を選択的に反射するホログラフィック層からなる。

【0034】ここで、本発明による調光層とは、マトリックス樹脂中に液晶材料が分散した構成である。マトリックス樹脂中に分散する液晶材料はネットワーク上に連結していても構わない。

【0035】調光層6の一例としては、ホログラフィック高分子分散液晶がある。ホログラフィック高分子分散液晶においては可視光を選択反射するように液晶材料はマトリックス樹脂中に周期性を有して分散している。それらの周期性は目的とする選択反射波長により任意に設定することができる。

【0036】なお、本発明の第1の実施の形態において、液晶光学素子10における調光層6の表示画素とは、一般の液晶ディスプレイにおける一つの画素を示しており、電極を含んだ繰り返し表示部の一つである。これは、他の実施の形態においても同様である。

【0037】ここで、本発明の第1の実施の形態に限らず、他の実施の形態も含む本発明において、調光層に利

用されるマトリックス樹脂はマトリックス樹脂前駆体が光により高分子化すなわち光重合したものである。

【0038】このマトリックス樹脂前駆体としては、2-エチルヘキシルアクリレート、ブチルエチルアクリレート、ブトキシエチルアクリレート、2-シアノエチルアクリレート、ベンジルアクリレート、シクロヘキシルアクリレート、2-ヒドロキシプロピルアクリレート、2-エトキシエチルアクリレート、N、N-ジエチルアミノエチルアクリレート、N、N-ジメチルアミノエチルアクリレート、ジシクロペンタニルアクリレート、ジシクロペンテニルアクリレート、グリシジルアクリレート、テトラヒドロフルフリルアクリレート、イソボニルアクリレート、イソデシルアクリレート、ラウリルアクリレート、モルホリンアクリレート、フェノキシエチルアクリレート、フェノキシジエチレングリコールアクリレート、2, 2, 2-トリフルオロエチルアクリレート、2, 2, 3, 3, 3-ペンタフルオロプロピルアクリレート、2, 2, 3, 3-テトラフルオロプロピルアクリレート、2, 2, 3, 4, 4, 4-ヘキサフルオロブチルアクリレート等の単官能アクリレート化合物、2-エチルヘキシルメタクリレート、ブチルエチルメタクリレート、ブトキシエチルメタクリレート、2-シアノエチルメタクリレート、ベンジルメタクリレート、シクロヘキシルメタクリレート、2-ヒドロキシプロピルメタクリレート、2-エトキシエチルアクリレート、N、N-ジエチルアミノエチルメタクリレート、N、N-ジメチルアミノエチルメタクリレート、ジシクロペンタニルメタクリレート、ジシクロペンテニルメタクリレート、グリシジルメタクリレート、テトラヒドロフルフリルメタクリレート、イソボニルメタクリレート、イソデシルメタクリレート、ラウリルメタクリレート、モルホリンメタクリレート、フェノキシエチルメタクリレート、フェノキシジエチレングリコールメタクリレート、2, 2, 2-トリフルオロエチルメタクリレート、2, 2, 3, 3-テトラフルオロプロピルメタクリレート、2, 2, 3, 4, 4, 4-ヘキサフルオロブチルメタクリレート等の単官能メタクリレート化合物、4, 4'-ビフェニルジアクリレート、ジエチルスチルベストロールジアクリレート、1, 4-ビスアクリロイルオキシベンゼン、4, 4'-ビスアクリロイルオキシジフェニルエーテル、4, 4'-ビスアクリロイルオキシジフェニルメタン、3, 9-ビス[1, 1-ジメチル-2-アクリロイルオキシエチル]-2, 4, 8, 10-テトラスピロ[5, 5]ウンデカン、 α , α' -ビス[4-アクリロイルオキシフェニル]-1, 4-ジイソプロピルベンゼン、1, 4-ビスアクリロイルオキシテトラフルオロベンゼン、4, 4'-ビスアクリロイルオキシオクタフルオロビフェニル、ジエチレングリコールジアクリレート、1, 4-ブタンジオールジアクリレート、1, 3-ブチレングリコールジアクリレート、ジシクロペンタニ

ルジアクリレート、グリセロールジアクリレート、1, 6-ヘキサンジオールジアクリレート、ネオペンチルグリコールジアクリレート、テトラエチレングリコールジアクリレート、トリメチロールプロパントリアクリレート、ペンタエリスリトールテトラアクリレート、ペンタエリスリトールトリアクリレート、ジトリメチロールプロパントテトラアクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、ジペンタエリスリトールモノヒドロキシペンタアクリレート、4, 4'-ジアクリロイルオキシスチルベン、4, 4'-ジアクリロイルオキシジメチルスチルベン、4, 4'-ジアクリロイルオキシジエチルスチルベン、4, 4'-ジアクリロイルオキシジプロピルスチルベン、4, 4'-ジアクリロイルオキシジブチルスチルベン、4, 4'-ジアクリロイルオキシジペンチルスチルベン、4, 4'-ジアクリロイルオキシジヘキシルスチルベン、4, 4'-ジアクリロイルオキシジフルオロスチルベン、2, 2, 3, 3, 4, 4-ヘキサフルオロペンタンジオール 1, 5-ジアクリレート、1, 1, 2, 2, 3, 3-ヘキサフルオロプロピル-1, 3-ジアクリレート、ウレタンアクリレートオリゴマー等の多官能アクリレート化合物、ジエチレングリコールジメタクリレート、1, 4-ブタンジオールジメタクリレート、1, 3-ブチレングリコールジメタクリレート、ジシクロペンタニルジメタクリレートグリセロールジメタクリレート、1, 6-ヘキサンジオールジメタクリレート、ネオペンチルグリコールジメタクリレート、テトラエチレングリコールジメタクリレート、トリメチロールプロパントリメタクリレート、ペンタエリスリトールテトラメタクリレート、ペンタエリスリトールトリメタクリレート、ジトリメチロールプロパントテトラメタクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサメタクリレート、ジペンタエリスリトールモノヒドロキシペンタメタクリレート、2, 2, 3, 3, 4, 4-ヘキサフルオロペンタンジオール 1, 5-ジメタクリレート、ウレタンメタクリレートオリゴマー等の多官能メタクリレート化合物、スチレン、アミノスチレン、酢酸ビニル等がある。さらにフッ素元素を含マトリックス樹脂前駆体として、2, 2, 3, 3, 4, 4-ヘキサフルオロペンタンジオール 1, 5-ジアクリレート、1, 1, 2, 2, 3, 3-ヘキサフルオロプロピル-1, 3-ジアクリレート、2, 2, 2-トリフルオロエチルアクリレート、2, 2, 3, 3, 3-ペンタフルオロプロピルアクリレート、2, 2, 3, 3-テトラフルオロプロピルアクリレート、2, 2, 3, 4, 4, 4-ヘキサフルオロブチルアクリレート、2, 2, 2-トリフルオロエチルメタクリレート、2, 2, 3, 3-テトラフルオロプロピルメタクリレート、2, 2, 3, 4, 4, 4-ヘキサフルオロブチルメタクリレート、フッ素含有ウレタンアクリレートオリゴマー等を含む化合物が挙げられるがこれに限定されるものではない。これらのマトリックス

樹脂前駆体は単独で利用することもできるし、二種類以上を混合することもできるが、光硬化後のマトリックス樹脂の強度や安定性から、マトリックス樹脂前駆体は少なくとも1種類の多官能性の化合物を含有していることが好ましい。

【0039】一方、マトリックス樹脂前駆体およびマトリックス樹脂は、光学的に等方性であることに限定されず、光学異方性を有していても良い。すなわち、マトリックス樹脂の前駆体は液晶性を有していても構わない。

10 【0040】マトリックス樹脂の屈折率およびその異方性は目的とする液晶光学素子の反射または透過特性により任意に設定できる。その一例としては、高分子材料の屈折率は液晶材料の常光屈折率またはその近くに設定した場合がある。マトリックス樹脂前駆体には、光照射による重合を起こしやすくするために光重合開始剤を添加することが望ましい。具体的には、光重合開始剤としては、アセトフェノン系、ベンゾイン系、ベンゾフェノン系、チオキサンソン系等の通常の光重合開始剤が使用できる。例えば、カンファーキノン、5, 7-ヨード-3-ブトキシ-6-フルオレン、ジエトキシアセトフェノン、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン、ベンゾインメチルエーテル、ベンゾインエチルエーテル、4-フェニルベンゾフェノン、2-クロロチオキサンソン、2-メチルチオキサンソン等およびこれらの化合物の誘導体がある。

【0041】この重合開始剤は、固体でも液体でも構わないが素子の均一性の点から液晶中に溶解または相溶するものが望ましい。

30 【0042】この重合開始剤濃度は、マトリックス樹脂の前駆体の30重量%以下が好ましい。

【0043】また、必要に応じてメチルジエタノールアミン、4-ジメチルアミノ安息香酸等の光開始助剤を添加することもできる。

【0044】さらに、重合開始剤の吸収励起波長が光重合に使用する可視光の光源の波長と合わなければ、長波長の可視の光を吸収して重合開始剤にエネルギーをトランスファーする色素増感剤を添加することができる。

40 【0045】この色素増感剤としては、クマリン系色素、ケトクマリン系色素、ローダミン系色素、オキサジン系色素、カルボシアニン系色素、ジカルボシアニン系色素、トリカルボシアニン系色素、テトラカルボシアニン系色素、ペンタカルボシアニン系色素、オキソノール系色素、スチリル系色素、キサンテン系色素、メロシアニン系色素、ローダシアニン系色素、ボルフィリン系色素、アクリジン系色素等が挙げられるが、これに限定されるものではない。色素増感剤は可視光により励起され、エネルギーを光重合開始に移動させるものであればいずれのもの構わない。

50 【0046】(第2の実施の形態) 図3は本発明の第2の実施の形態による液晶光学素子の概略構成を示す断面

図である。また、図4は本発明の第2の実施の形態による液晶光学素子の製造方法の説明に供せられる図である。図5は本発明の第2の実施の形態による液晶光学素子におけるレーザー干渉露光の模式的な光学系を示す図である。図6は本発明の第2の実施の形態における液晶層の厚みが異なる2つのドメインを有する液晶光学素子の模式的な断面図である。

【0047】図3を参照すると、液晶光学素子11は、液晶層の厚みが異なる2つ以上のドメイン5a、5bを有している。即ち、液晶層が厚みの異なるということは、2枚の基板1、2間のギャップは一定であるので、そのドメインに対応する調光層の厚みが異なることを意味している。

【0048】図3の例では、厚いドメイン5aに対応して、厚みが薄い短波長反射調光層6aが形成され、薄いドメイン5bに対応した厚い長波長反射調光層6bが形成されている。このように、調光層の厚みによって、選択反射波長が異なっている。

【0049】ここで、本発明の第2の実施の形態及び後述する別の実施の形態も含む、本発明において、液晶層とは、ある厚みを有した連続的な液晶の層であり、調光層に分散している液晶材料と同じ液晶材料であるが、その存在位置や形状が異なる。そして、液晶層は、調光層と基板の間に存在する。すなわち、液晶層はある厚みを有した連続層であり、調光層の収縮により、液晶材料が調光層から出てくることにより形成される。

【0050】従って、レーザーの二光束干渉露光により調光層を製造した直後は、この液晶層は形成されにくい。形成されていても構わない。なお、調光層の収縮により調光層の選択反射波長は短波長化する。

【0051】尚、本発明において、液晶層の厚みが異なる2つ以上のドメインとは、ギャップの定まった二枚の基板間に厚みの異なる調光層が2つ以上存在することを示す。

【0052】図4に示すように、本発明の第2の実施の形態による調光層を形成するマトリックス樹脂の前駆体の光重合に用いられる光線としては可視光レーザーが利用できる。特に、調光層内に格子状に高分子材料を配置するために光重合は、図4の符号21、22に示すように、2光束レーザー干渉露光により行う。この時、選択反射波長はレーザー波長および交差角度の調整により任意に設定できる、異なる波長のレーザー光源を使用する。ここで、レーザー光源としては、アルゴンイオンレーザー等のガスレーザーや各種の半導体レーザー等が利用できる。

【0053】図5はレーザー干渉露光装置の一例の概略構成を示す図である。図5に示すように、レーザー干渉露光装置20は、レーザービーム24を放射するレーザー光源23と、放射されたレーザー光を2方向に分離するビームスプリッター25と、ビームスプリッター25によ

って透過したレーザービーム、反射して分離されたレーザービームは夫々ミラー26、27で反射して表裏両面の2方向から液晶セル28内に入射する。

【0054】例えば、図5に示すレーザー干渉露光装置20において、レーザー光源23として波長488nmのアルゴンイオンレーザーを使用し、90度の交差角度で2光束を入射させて液晶光学素子の調光層を製造すると、電圧印加時に約530nmの選択反射を示す特性が得られる。

【0055】レーザー照射時には、フォトマスク等の光遮蔽膜を使用し、任意のパターンを形成することもできる。なお、1つの調光層中に液晶滴間隔の異なる2つの周期構造すなわち回折格子を作製するために2光束以上のレーザー光束を使用しても構わない。この時、波長の異なる2つのレーザーを使用して4光束を同時に照射することができるし、また、レーザー照射時に電場あるいは磁場等を調光層の前駆体に印加することもできる。

【0056】図6に示すように、液晶層の厚みが異なる2つのドメインを有する液晶光学素子12において、二枚の基板1、2間のギャップは一定であり、調光層6a、6bの厚みが異なることは、調光層と一方の基板との間の空間に存在する液晶層の厚みも異なるものである。

【0057】このとき、全てのドメインにおいて液晶層が存在する必要はなく、少なくとも一部のドメインが液晶層と調光層から構成されていれば良い。

【0058】例えば、表示部が二つのドメインから構成されており、二色を表示する場合、一つのドメインは基板間に調光層だけが存在していても構わない。

【0059】この時、調光層の厚みが薄くなる、すなわち液晶層の厚みが厚くなるに従い、調光層の選択反射波長は短波長となる。図6の例においては、基板2の表面には、反射型の液晶光学素子の特長である光吸収層18が形成されている。

【0060】なお、本発明におけるドメインとは、液晶光学素子の表示部の一部分を示し、例えば、通常の液晶ディスプレイのように一画素がRGBの3つに空間分割されている場合は、3つに分割されたうちの一つを示す。

【0061】本発明の液晶光学素子は、選択反射波長の異なる2つ以上のドメインを並置した単層構造のみならず積層構造にも適応でき、その積層数に制限はないが、カラー反射型の液晶光学素子として利用する場合は、赤色反射層、緑色反射層、青色反射層の3層を積層することによりフルカラーの表示が可能となり特に有効である。赤色反射層、緑色反射層、青色反射層の3層を積層する場合、積層の順番、各層の厚み等は任意に選択できる。

【0062】本発明の液晶光学素子における調光層は、収縮により選択反射波長が短波長化する。この短波長化

を停止させる方法としては、光照射または熱処理があり、光としては紫外線、可視光線、電子線等が使用できるが、特に紫外線照射が望ましい。この短波長化を停止させるための光照射には、通常のフォトマスクを使用することができ、任意のドメインに光照射することが可能である。

【0063】調光層の収縮率や収縮速度は、調光層を形成する液晶材料とマトリックス樹脂の材料物性、液晶材料とマトリックス樹脂の混合比率、重合開始剤濃度、レーザーの二光束干渉露光後の硬化率、調光層と基板との接着性等に依存し、これらの条件は、素子の反射特性に合わせて任意に設定することができる。収縮率や収縮速度を促進する一つの方法として、少なくとも一方の基板の電極層と調光層のマトリックス材料との接着仕事を小さくする方法がある。この時、接着仕事は85mN/m以下が好ましい。なお、接着仕事を制御するために、電極層表面を他の材料でコーティングしても構わない。

【0064】本発明の第2の実施の形態による液晶光学素子の製造方法は、次の通りである。尚、各材料は第1の実施の形態において、挙げたものと同様なものを用いることができる。

【0065】まず、図3に示すように、ギャップの定まった2枚の電極層3、4付き透明基板1、2間に、液晶材料とマトリックス樹脂前駆体と重合開始剤の混合溶液（HPDLC前駆体溶液）を液晶セルに注入する。

【0066】次に、図4に示すように、図5の装置を用いてレーザーの二光束干渉露光を行い特定の波長を選択反射する調光層を製造した後、収縮して選択反射波長を変化している調光層に紫外線等を照射して選択反射波長を固定化する。

【0067】さらに、図6のように、選択反射の異なる2色以上のドメインの製造方法として、調光層が収縮している途中で2つ以上の異なるドメインに紫外線等を順次照射する。この調光層は収縮により、選択反射波長は短波長化する。

【0068】（第3の実施の形態）図7は本発明の第3の実施の形態におけるの2つの表示ドメインを有する液晶光学素子の模式的な上面図である。図8は本発明の第3の実施の形態による液晶光学素子における製造方法に係わる模式的な紫外線照射方法を示す図である。図9は本発明の第3の実施の形態による液晶光学素子の模式的な断面図である。図10は本発明の第3の実施の形態による液晶光学素子における製造方法に係わる模式的な紫外線照射方法である。図11は、本発明の第3の実施の形態による液晶光学素子の模式的な断面図である。

【0069】図7乃至図11を参照して、本発明の第3の実施の形態における緑色反射ドメインと青色反射ドメインの2つのドメインを並置した液晶光学素子の製造方法の一例を示していく。

【0070】まず、図8に示すように、ギャップの定ま

った2枚の電極層3、4付き透明基板1、2間に液晶材料とマトリックス樹脂前駆体と重合開始剤の混合溶液（HPDLC前駆体溶液）を液晶セルに注入する。この液晶材料とマトリックス樹脂前駆体と重合開始剤の混合溶液は、第1及び第2の実施の形態において例示したものと同様のものを使用することができる。

【0071】次に、図4に示すものと同様に、図5の装置を用いてレーザーの二光束干渉露光を表示部の全面に行う。

10 【0072】次に、図8に示すように、フォトマスク52を用いて表示部の一部に紫外線51を照射する。

【0073】次に、図9に示すように紫外線未照射部分の調光層を収縮させて調光層7cと液晶層5cの積層を形成する。

【0074】さらに、図10に示すように、調光層の選択反射波長が短波長化し、任意の値となった時点で残りの部分にフォトマスク54を介して紫外線53を照射し、図11に示す選択反射色の異なる2つの調光層7b、7c'を並置した液晶光学素子を製造する。なお、収縮の飽和により短波長を反射する調光層が製造できるため、必ずしも短波長反射調光層（ドメイン）に紫外線を照射する必要は無い。

【0075】（第4の実施の形態）次に、本発明の第4の実施の形態による赤（R）・緑（G）・青（B）の画素を有する液晶光学素子の製造方法を図12乃至図14を参照して説明する。

【0076】図12は本発明の液晶光学素子における製造方法に係わる模式的な紫外線照射方法を示す図である。また、図13は本発明の第4の実施の形態による液晶光学素子における製造方法に係わる模式的な断面図である。また、図14は本発明の第4の実施の形態による液晶光学素子における製造方法に係わる模式的な紫外線照射方法を示す図である。また、図15は本発明の第4の実施の形態による液晶光学素子における製造方法に係わる模式的な断面図である。また、図16は本発明の第4の実施の形態による液晶光学素子における製造方法に係わる模式的な紫外線照射方法を示す図である。さらに、図17は本発明におけるの3つの表示ドメインを有する液晶光学素子の模式的な上面図である。

40 【0077】図12を参照して、まず、ギャップの定まった2枚の基板間に赤色反射調光層7aを製造する。次に、図12に示すように、フォトマスク57の部分に赤色表示用のドメイン部分に紫外線を照射し、収縮を停止させ選択反射波長を固定化させる。

【0078】次に、図13に示すように、赤色表示用のドメイン以外の調光層を収縮させて液晶層5cと緑色反射調光層7bとを形成し、選択反射波長を緑色にする。

【0079】次に、図14に示すように、フォトマスク59を介して、緑色表示用のドメインに紫外線58を照射して選択反射波長を固定化する。

【0080】次に、図15に示すように、赤色と青色表示用のドメイン以外の調光層を収縮させて、青色反射調光層7cと、液晶層5cとの2層構造を形成し、選択反射波長を青色にする。

【0081】最後に、図16に示すように、青色表示用のドメインに紫外線61を照射して選択反射波長を固定化させて、図17に示す赤色反射ドメイン33、緑色反射ドメイン31、及び青色反射ドメイン32を備えた液晶光学素子を得る。なお、収縮の飽和により青色を反射する調光層となるものであれば、必ずしも青色表示用のドメインに、図16に示すような紫外線61を照射する必要は無い。

【0082】次に、本発明の実施の形態における液晶光学素子の具体的な製造例について説明する。

【0083】(例1) 5 μ mのガラスロッドをスペーサーとして、ITO電極を有する2枚のガラス基板を使用し空セルを作製した。正の誘電率異方性のネマチック液晶BL36(メルク社製)0.3部とマトリックス樹脂前駆体ラックストラックLCR208(東亜合成社製)0.69部、光重合開始剤カンファークイノン0.005部、光重合開始助剤ジエタノールアミン0.005部の混合溶液を作製した空セルに注入し、室温下でこの液晶セルに波長488nmのアルゴンレーザーを二光束干渉露光し、光硬化を行う。レーザーの交差角度は90度とした。製造された液晶光学素子は電圧無印加時で緑色の選択反射状態を示した。この選択反射波長は経時的に短波長化し、青色で飽和した。この青色の素子に電圧(100Hz、100Vの矩形波)を印加したところ青色の選択反射波長は消失した。

【0084】(例2) 5 μ mのガラスロッドをスペーサーとして、ITO電極を有する2枚のガラス基板を使用し空セルを作製した。正の誘電率異方性のネマチック液晶E8(メルク社製)0.3部とマトリックス樹脂前駆体ラックストラックLCR208(東亜合成社製)0.69部、光重合開始剤カンファークイノン0.005部、光重合開始助剤ジエタノールアミン0.005部の混合溶液を作製した空セルに注入し、室温下でこの液晶セルに波長488nmのアルゴンレーザーを二光束干渉露光し、光硬化を行う。レーザーの交差角度は90度とした。製造された液晶光学素子は電圧無印加時で緑色の選択反射状態を示した。この緑色反射部分の一部をマスクした後、365nm、強度10mW/cm²の紫外線を照射した。この紫外線を照射した部分は選択反射光波長の経時変化はなかった。マスクした部分の選択反射波長は経時的に短波長化し、青色で飽和した。結果として緑色反射ドメインと青色反射ドメインが表示部に形成された。

【0085】(例3) 5 μ mのガラスロッドをスペーサーとして、ITO電極を有する2枚のガラス基板を使用し空セルを作製した。正の誘電率異方性のネマチック液

晶BL36(メルク社製)0.3部とマトリックス樹脂前駆体ラックストラックLCR208(東亜合成社製)0.69部、重合開始剤BTB0.005部および光増感色素0.005部の混合溶液を作製した空セルに注入し、室温下でこの液晶セルに波長532nmの半導体レーザーを二光束干渉露光し、光硬化を行う。レーザーの交差角度は60度とした。製造された液晶光学素子は電圧無印加時で赤色の選択反射状態を示した。この緑色反射部分の一部をマスクした後、波長365nm、強度10mW/cm²の紫外線を照射した。この紫外線を照射した部分では選択反射光波長の経時変化はなかった。マスクした部分の選択反射波長は経時的に短波長化し、緑色になった。この緑色の一部をマスクした後、波長365nm、強度10mW/cm²の紫外線を照射した。紫外線を照射した部分では選択反射光波長の経時変化はなかった。紫外線未照射部の選択反射波長は経時的に短波長化し、青色で飽和した。結果として赤色反射ドメインと緑色反射ドメインと青色反射ドメインが表示部に形成された。

【0086】なお、本発明は、上記例に限定されず、本発明の技術思想の範囲内において、適宜決められ得ることは明らかである。

【0087】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の液晶光学素子およびその製造方法によれば、高精細なRGB表示画素並置型のHPDLC素子を実現できる。

【0088】また、本発明の液晶光学素子の製造方法によれば、一種類のレーザーと一種類のHPDLC前駆体溶液でRGBの全てが作製できるため、製造工程が簡便となる。

【0089】さらに、本発明の製造方法においては、選択反射波長を任意に選択できるため、カラーバランスの調整が容易である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態による液晶光学素子の概略構成を示す断面図である。

【図2】図1の調光層6を示す概略図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態による液晶光学素子の概略構成を示す断面図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態による液晶光学素子の製造方法の説明に供せられる図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態による液晶光学素子におけるレーザー干渉露光の模式的な光学系を示す図である。

【図6】本発明の第2の実施の形態における液晶層の厚みが異なる2つのドメインを有する液晶光学素子の模式的な断面図である。

【図7】本発明の第3の実施の形態における2つの表示ドメインを有する液晶光学素子の模式的な上面図である。

【図8】本発明の第3の実施の形態による液晶光学素子における製造方法に係わる模式的な紫外線照射方法を示す図である。

【図9】本発明の第3の実施の形態による液晶光学素子の模式的な断面図である。

【図10】本発明の第3の実施の形態による液晶光学素子における製造方法に係わる模式的な紫外線照射方法を示す図である。

【図11】本発明の第3の実施の形態による液晶光学素子の模式的な断面図である。

【図12】本発明の液晶光学素子における製造方法に係わる模式的な紫外線照射方法を示す図である。

【図13】本発明の第4の実施の形態による液晶光学素子における製造方法に係わる模式的な断面図である。

【図14】本発明の第4の実施の形態による液晶光学素子における製造方法に係わる模式的な紫外線照射方法を示す図である。

【図15】本発明の第4の実施の形態による液晶光学素子における製造方法に係わる模式的な断面図である。

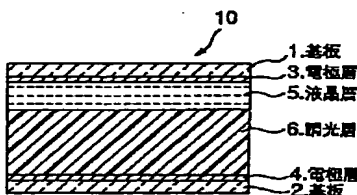
【図16】本発明の第4の実施の形態による液晶光学素子における製造方法に係わる模式的な紫外線照射方法を示す図である。

【図17】本発明の第4の実施の形態におけるの3つの表示ドメインを有するの液晶光学素子の模式的な上面図である。

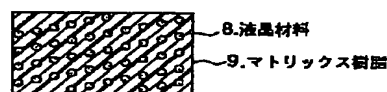
【符号の説明】

- 1, 2 基板
- 3, 4 電極層
- 5, 5 a, 5 b, 5 c 液晶層 (ドメイン)
- 6 調光層
- 6 a 短波長反射調光層
- 6 b 長波長反射調光層
- 7 a, 7 a' 赤色反射調光層
- 7 b 緑色反射調光層
- 7 c, 7 c' 青色反射調光層
- 8 液晶材料
- 9 マトリックス樹脂
- 10, 11 液晶光学素子
- 20 レーザ干渉露光装置
- 21, 24 レーザ光 (ビーム)
- 23 レーザ光源
- 25 ビームスプリッタ
- 26, 27 ミラー
- 28 液晶セル
- 31 緑色反射ドメイン
- 32 青色反射ドメイン
- 33 赤色反射ドメイン
- 51, 53, 58, 61 紫外線
- 52, 54, 57, 59 フォトマスク

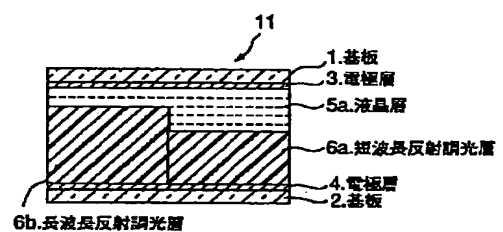
【図1】



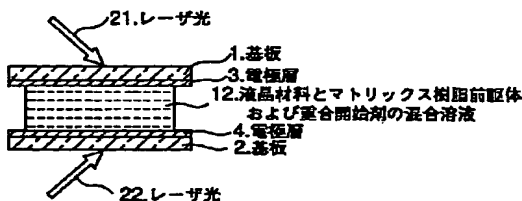
【図2】



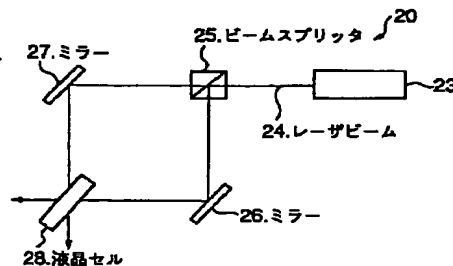
【図3】



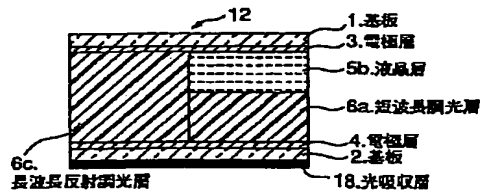
【図4】



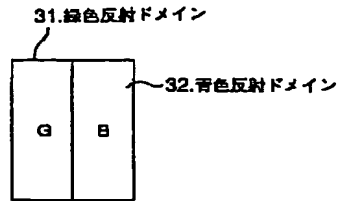
【図5】



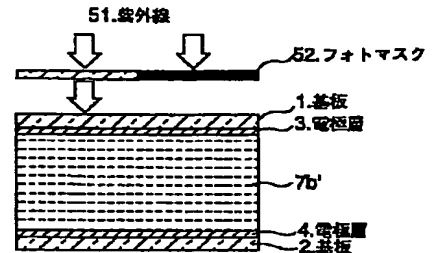
【図6】



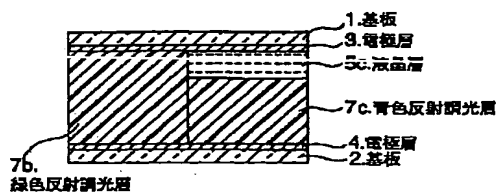
【図7】



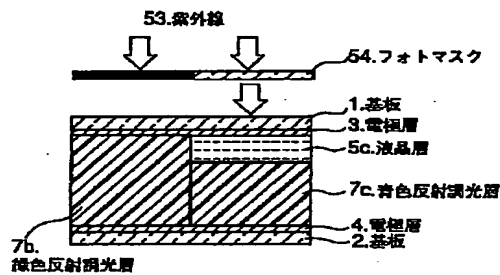
【図8】



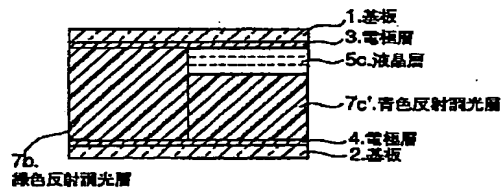
【図9】



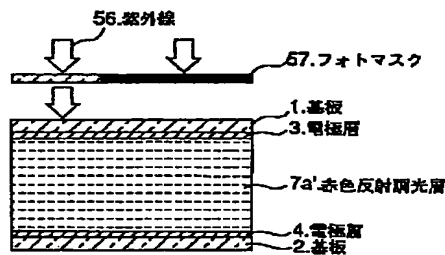
【図10】



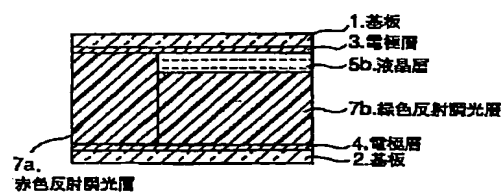
【図11】



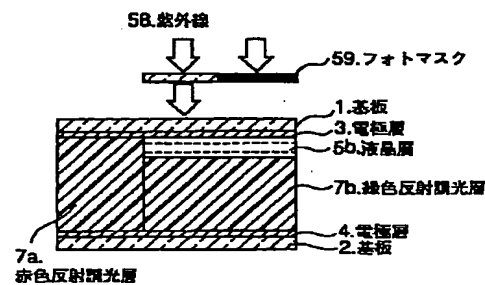
【図12】



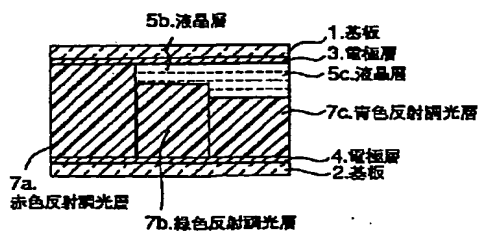
【図13】



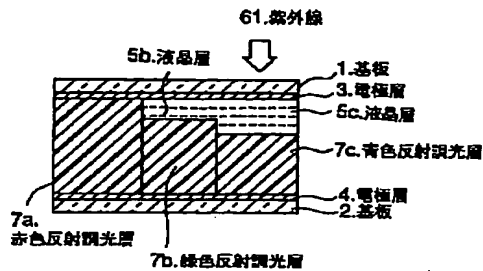
【図14】



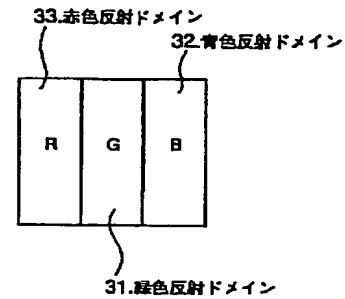
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 五藤 智久
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 中田 大作
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 村井 秀哉
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

Fターム(参考) 2H049 CA01 CA05 CA08 CA22 CA28
CA30
2H088 EA48 EA49 GA02 GA10 HA08
HA11 HA21 JA04 KA02 KA04
MA16
2H089 HA04 JA04 JA06 KA08 QA12
QA16 RA04 SA01 SA17 TA09
TA17
2K008 AA10 BB04 BB06 DD13 EE04
FF17 HH01 HH18 HH25